

โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากร

หลักสูตรการเขียนโปรแกรม

ปัญญาประดิษฐ์ (AI)

บนอุปกรณ์โดรน และไอโอที ขั้นสูง

เพื่อรองรับอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ (S-Curve 11)

ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC)



AI &
Machine Learning



Python
Programming



Drone
Programming



Robotics
& IoT



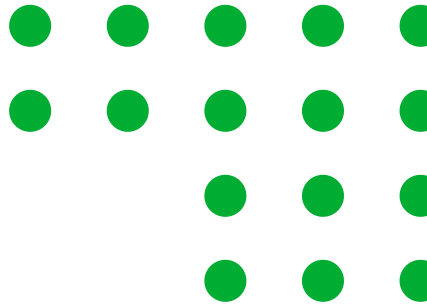
Computer
Vision



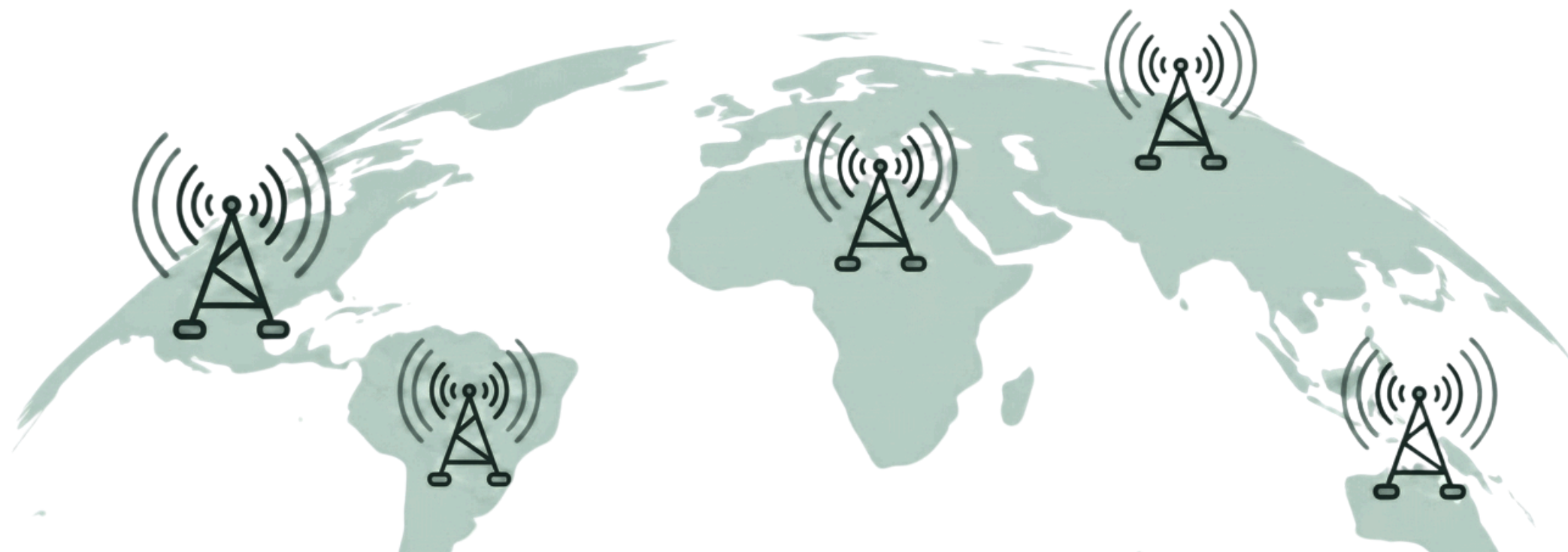
Cybersecurity
และกฎหมายการนับ



Military Internet of Things



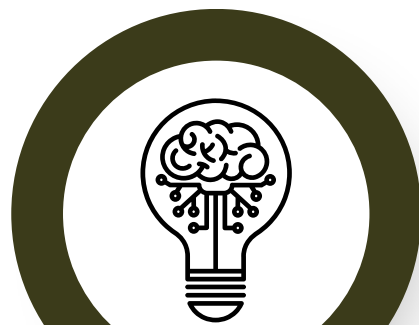
อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร



OVERVIEW



อุปกรณ์ IoT ที่ใช้ได้ ในพื้นที่ไร้สัญญาณ

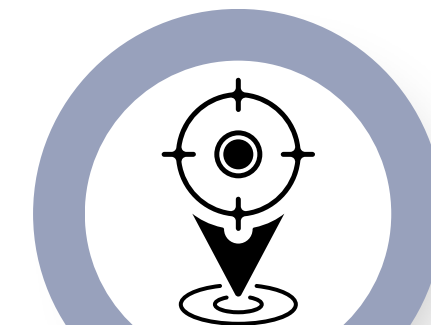


เทคโนโลยี LoRa Network
สำหรับการสื่อสารในพื้นที่
ไร้สัญญาณโทรคมนาคม

การเขียนคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ ตัวรับ/ตัวส่งสัญญาณ

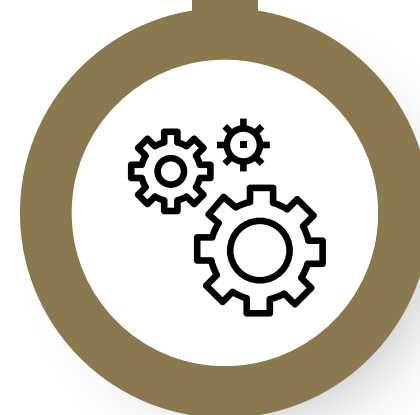


การเขียนคำสั่งควบคุม
อุปกรณ์ ตัวรับ/ตัวส่ง
สัญญาณ
ฝึกปฏิบัติเขียนโปรแกรม
ควบคุมอุปกรณ์ส่งและรับ
สัญญาณ



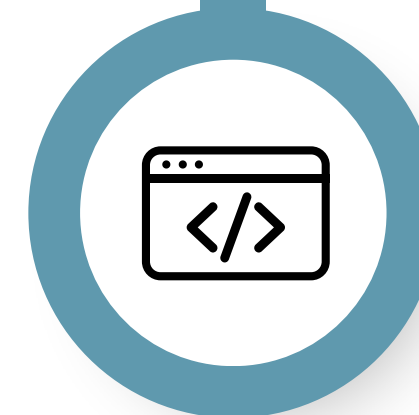
แนวคิด IoT ในการกิจ กุ้ยภัยและป้องกัน ประเทศ

แนวคิดและหลักการประยุกต์
ใช้เทคโนโลยี IoT ในการกิจ
กุ้ยภัยและการป้องกันประเทศ



ความแตกต่างระหว่าง การสื่อสารผ่าน Internet ทั่วไป

วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อ
จำกัดของการสื่อสารผ่าน
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับ
ระบบ IoT ที่ทำงานอิสระจาก
เครือข่าย



การปฏิบัติจำลองภารกิจใน สถานการณ์จริง

ประยุกต์องค์ความรู้สู่การปฏิบัติ
ภารกิจจำลอง ตั้งแต่การรับฝึก
จนถึงการสั่งการอากาศยานไร้คน
ขับไปยังจุดเป้าหมาย

THE SIGNAL IS DOWN

จะช่วยเหลือ ผู้ประสบภัยได้อย่างไร เมื่อไม่มีสัญญาณ?

เมื่อโครงข่ายล่ม การสื่อสารแบบอิสระคือเส้นชีวิต



น้ำท่วมได้ตัดสัญญาณโทรศัพท์ กสทช.เร่งแก้ ย้ำ! วันนี้สัญญาณต้องดีขึ้น

ภัยพิบัติ 25 พ.ย. 68 15:12 1,063

Thai PBS



ผู้ช่วย AI

อ่านให้ฟัง

สรุปประเด็นสำคัญ

น้ำท่วมภาคใต้ทำสัญญาณโทรศัพท์ดับ ส่งผลให้ผู้ประสบภัยและเจ้าหน้าที่ไร้การติดต่อ กสทช. ประชุมด่วนกับค่ายมือถือ สนับสนุนกระสอบทรายป้องกันเสาและเติมน้ำมัน รองเลขาฯ กสทช. ยืนยัน สัญญาณดีขึ้น รถโมบายรอเสริมเมื่อน้ำลด

ข่าว



ออกกักกันในพื้นที่ ต.ป่าแบ๋ อ.แม่สะเรียง ไม่มีสัญญาณโทรศัพท์ และไฟฟ้าดับเป็นวงกว้าง

21 Aug 69



คำถามชวนคิด

"เราจะช่วยผู้ประสบภัยในพื้นที่ที่ปิดล้อมได้อย่างไรเมื่อไม่มีสัญญาณ Cellular, 4G/5G หรือ Internet?"

What is LoRa Network?



เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะไกล ใช้พลังงานต่ำ ทำงานได้โดยไม่ต้องพึ่งอินเทอร์เน็ต หรือสัญญาณมือถือ เหมาะสำหรับพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ภัยพิบัติ ที่เครือข่ายสื่อสารหลักใช้งานไม่ได้



ระยะไกล

ส่งข้อมูลได้ไกลหลาย
กิโลเมตรโดยไม่ต้องอาศัย
เครือข่ายมือถือ



พลังงานต่ำ

อุปกรณ์ทำงานได้นาน
หลายเดือนถึงหลายปีด้วย
แบตเตอรี่เพียงก้อนเดียว



ทนต่อสิ่งกีดขวาง

สัญญาณทะลุผ่านภูมิประเทศ
และสิ่งกีดขวางได้ดีกว่า Wi-Fi
ทั่วไป



LoRa: Long Range (Many Kilometers), Low Power



VS.



Wi-Fi: Short Range (A Few Tens of Meters), Higher Energy



ตารางเปรียบเทียบ LoRa Network กับ Internet

หัวข้อ	LoRa NETWORK	INTERNET / WIFI
ระยะสัญญาณ	ไกลหลายกิโลเมตร	จำกัดตามจุดบริการ
การใช้พลังงาน	ต่ำมาก	สูงกว่า
ความเร็ว	ต่ำ / ข้อมูลขนาดเล็ก	สูง / มัลติมีเดีย
พื้นที่ห่างไกล	เสถียรและตั้งเองได้	ขึ้นกับโครงข่าย
Bandwidth	ต่ำ :ส่งเฉพาะ Telemetry & พักด GPS	สูง : รองรับการส่งภาพ/วิดีโอ streaming
อื่น ๆ	ทำงานได้ต่อเนื่องแม้อยู่ในวิกฤต	หากเสาสัญญาณโดนทำลายระบบจะล่มสลายทันที

LORA UAV NETWORK



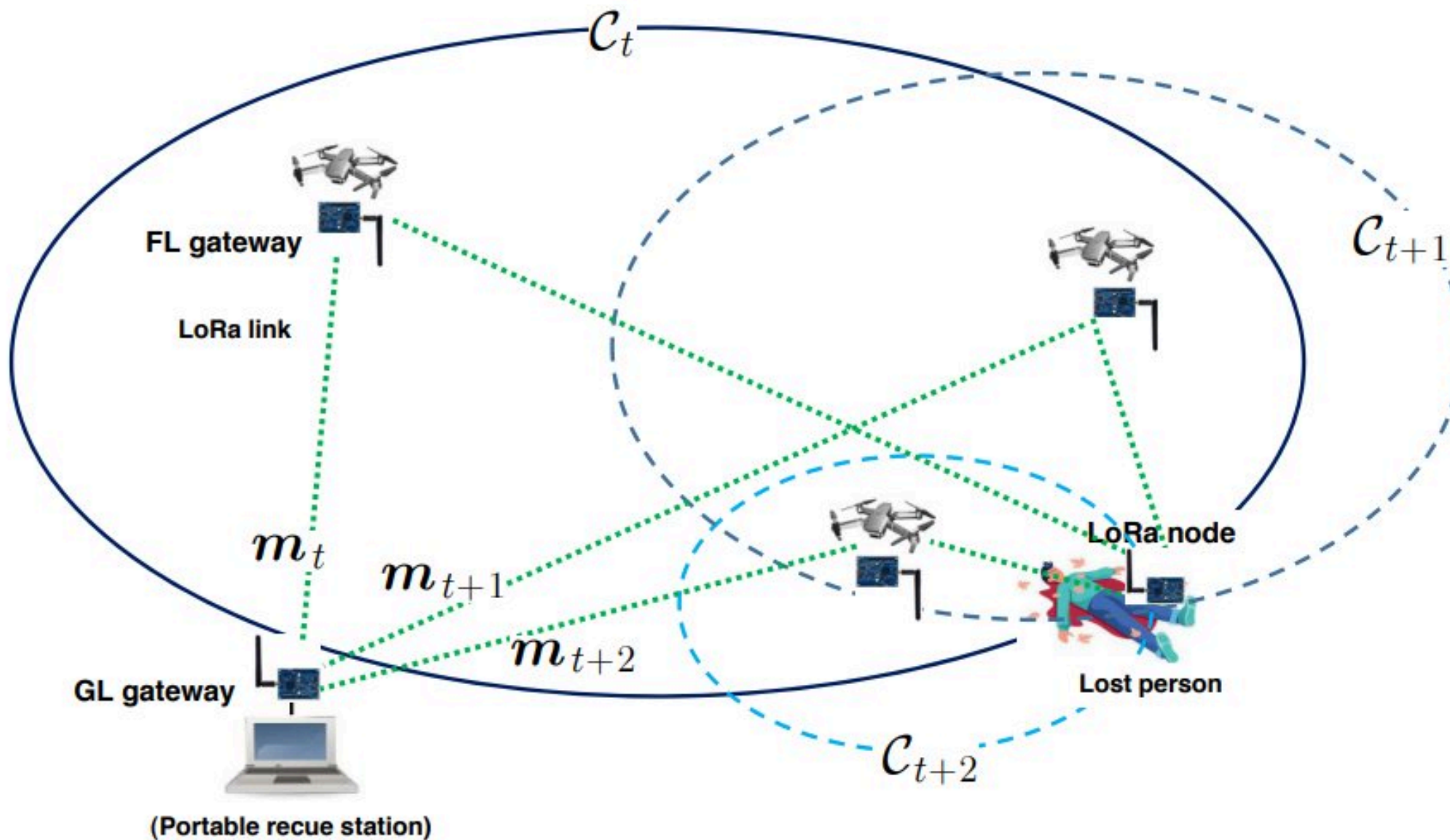
Catch Me If You Can: Deep Meta-RL for Search-and-Rescue using LoRa UAV Networks

Mehdi Naderi Soorki*, Hossein Aghajari*, Sajad Ahmadinabi*, Hamed Bakhtiari Babadegani*, Christina Chaccour†, Walid Saad†

*IWiN Research laboratory, Engineering Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran,

†Wireless@ VT, Bradley Department of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, Blacksburg, VA USA,

Emails: m.naderisoorki@scu.ac.ir, {hn.aghajari, sajadahmadinabi, h.bakhtiari, babadegani}@gmail.com, {christinac, walids}@vt.edu.



arXiv:2306.02911v2 [cs.NI] 12 Jun 2023

Abstract—Long range (LoRa) wireless networks have been widely proposed as an efficient wireless access networks for the battery-constrained Internet of Things (IoT) devices. In many practical search-and-rescue (SAR) operations, one challenging problem is finding the location of devices carried by a lost person. However, using a LoRa-based IoT network for SAR operations will have a limited coverage caused by high signal attenuation due to the terrestrial blockages especially in highly remote areas. To overcome this challenge, the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) as a flying LoRa gateway to transfer messages from ground LoRa nodes to the ground rescue station can be a promising solution. In this paper, an artificial intelligence-empowered SAR operation framework using UAV-assisted LoRa network for different unknown search environments is designed and implemented. The problem of the flying LoRa (FL) gateway control in the search-and-rescue system using the UAV-assisted LoRa network is modeled as a partially observable Markov decision process. Then, a deep meta-RL-based policy is proposed to control the FL gateway trajectory during SAR operation. For initialization of proposed deep meta-RL-based policy, first, a deep RL-based policy is designed to determine the adaptive FL gateway trajectory in a fixed search environment including a fixed radio geometry. Then, as a general solution, a deep meta-RL framework is used for SAR in any new and unknown environments to integrate the prior FL gateway experience with information collected from the other search environments and rapidly adapt the SAR policy model for SAR operation in a new environment. The proposed UAV-assisted LoRa network is then experimentally designed and implemented. To analyze the performance of proposed framework in real world scenarios, the proposed SAR system is tested in two different target areas: a wide plain and a slotted canyon at Mongasht mountain ranges, Iran. Practical evaluation results show that if the deep meta-RL-based control policy is applied instead of the deep RL-based one, the number of SAR time slots decreases from 141 to 50. Moreover, the average distance between UAV trajectories under deep meta-RL and deep RL based policies from the UAV trajectory under optimal policy are respectively 619 and 1930 meter during the SAR operation time.

Index Terms—LoRa technology, Unmanned aerial vehicle, Deep meta-reinforcement learning, Search-and-rescue operation

I. INTRODUCTION

Unmanned aerial vehicles (UAVs) are playing an increasingly important role in next-generation wireless networks such

as 5G and beyond [1]. For instance, UAVs can guarantee high-speed and ultra-reliable connectivity while also extending the cellular network coverage to three-dimensional (3D) space [2]. In particular, we can temporarily move UAVs to cover Internet-of-Thing (IoT) devices and establish communications therein without high-cost conventional network infrastructures. In this regard, UAV-assisted wireless networks can decrease the operational expenditures and improve the efficiency of various IoT applications.

With the proliferation of UAV-assisted wireless access networks, our reliance on IoT applications such as smart farming, smart factory, and public safety will be more pronounced [3]. However, to support this IoT trend, a reliable wireless access technology with wide reach and low power consumption is required. In this regard, the so-called long-range (LoRa) communication protocol has been proposed as a promising technology for high energy-efficient and long-range communication [3], [4]. These two characteristics make LoRa technology an appropriate solution for battery-constrained IoT devices that are often deployed in dispersed rural areas. A typical LoRa-based IoT network begins with a LoRa-enabled embedded sensor node that sends data to the LoRa gateway. Then, data can be sent from LoRa gateway over cellular network and then routed to application servers located at the network core. One of the key challenges of LoRa-based IoT networks is localization for outdoor environments that is needed for different applications such as navigation and tracking, air traffic control, remote sensing, intelligence, surveillance, and reconnaissance, and search-and-rescue (SAR) operations [5].

Existing localization techniques are mainly based on the time difference of arrival (TDOA) and the received signal strength index (RSSI) schemes in wireless LoRa networks [6]. In the so-called TDOA partitioning methods with LoRa networks, the distances between a LoRa node and each LoRa gateway are estimated through a time of arrival in trilateration approach [6], [7]. Thus, this method requires the use of a precise clock to synchronize between all LoRa nodes [8]. This implies additional communication overheads and higher and, thus, this solution is not appropriate for low-power and low-cost LoRa device [8]. In the RSSI trilateration positioning

LoRa

NETWORK USAGE REGULATIONS

การใช้งาน LoRa ในประเทศไทยอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของ กสทช. (สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ) จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่ฯ พ.ศ. 2553

01



ย่านความถี่ ที่อนุญาต

- ใช้ย่านความถี่ 920-925 MHz สำหรับงาน IoT โดยเฉพาะ
- ย่านความถี่ 433 MHz ก็สามารถใช้งานได้เช่นกัน

02



ข้อจำกัด กำลังส่ง

- ย่าน 920-925 MHz ต้องส่งสัญญาณด้วยกำลังส่งไม่เกิน 4W
- ย่าน 433 MHz ต้องมีกำลังส่งไม่เกิน 10mW จึงจะได้รับการยกเว้นใบอนุญาต

03



มาตรฐาน อุปกรณ์

- อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐานจาก กสทช. (NBTC Type Approved)



NBTC
TYPE APPROVED

04



ข้อยกเว้น สำหรับ RFID

- อุปกรณ์ RFID ในย่านความถี่เดียวกัน มีกฎระเบียบเข้มงวดกว่า ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายต้องขอใบอนุญาต

05



บริการเชิง พาณิชย์

- หากมีการเก็บค่าบริการเชื่อมต่อ IoT ต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมเพิ่มเติม



การใช้งานเพื่อการศึกษาและวิจัยในหลักสูตรนี้ได้รับการยกเว้นข้อกำหนดเรื่องใบอนุญาต โดยมีเงื่อนไขว่าอุปกรณ์ต้องผ่านมาตรฐานที่กำหนดและใช้กำลังส่งตามที่กำหนดไว้

ISR SYSTEM ARCHITECTURE

ทีมค้นหาข่าว สัญญาณ/ความเคลื่อนไหวในพื้นที่เป้าหมาย ส่งข้อมูลผ่าน LoRa ไปยังโดรนที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์เคลื่อนที่ เพื่อตรวจสอบและยืนยันตำแหน่ง ก่อนส่งรายงานไปยังศูนย์บัญชาการเพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจ



ตรวจจับ

ตรวจพบภัยคุกคามได้ตั้งแต่เนิ่นๆ



เชื่อมต่อ

การสื่อสาร LoRa ระยะไกลใช้พลังงานต่ำ



ยืนยันผล

ตรวจสอบหน้างานและยืนยันผลอย่างแม่นยำ



ตัดสินใจ

ตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลเพื่อความสำเร็จของภารกิจ





เขียนโปรแกรมตัวส่งสัญญาณ [LoRa SOS Beacon]



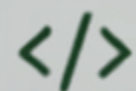
การเขียนคำสั่งให้ ESP32 LoRa Development Board รับ-ส่ง คำขอ SOS และพิกัด GPS แล้วส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย LoRa ไปยัง Operation Center

ข้อมูลอุปกรณ์



บอร์ด

ESP32 LoRa
Development Board



ภาษา

C/C++ [Arduino Sketch]

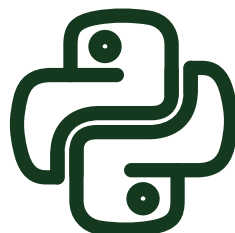


ความถี่

923 MHz
ตามมาตรฐาน กสทช.



Arduino IDE 2.3.10



PYTHON 3.13.6

Library ที่ใช้



1. RadioLib

ควบคุมชิป LoRa



2. XPowerLib

จัดการพลังงาน



3. TinyGPSPlus

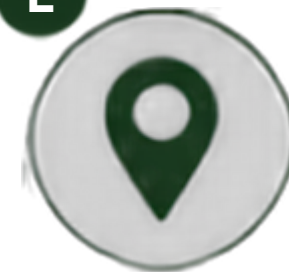
ถอดรหัสตำแหน่ง GPS

1



กดปุ่ม SOS

2



อ่านพิกัด GPS

3



แพ็คข้อมูล

4



ส่งผ่าน LoRa

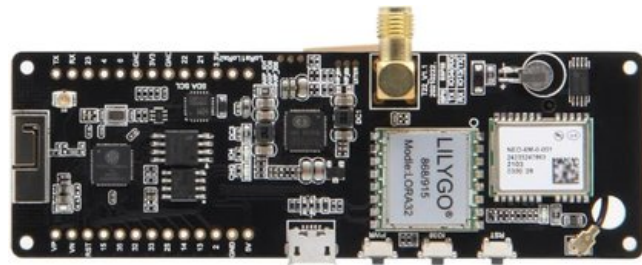
สรุปการทำงานเชิงเทคนิค

- อ่านสถานะปุ่ม SOS และพิกัด GPS (ละติจูด, ลองจิจูด)
- สร้างแพ็คเกจข้อมูลในรูปแบบข้อความ
- ส่งภารกิจผ่าน LoRa ไปที่ Receiver

ตัวอย่างเกิดโครงสร้าง

```
1 String payload = "SOS" + String(BEACON_ID) + "|" +  
2 seqNumber + "|" +  
3 String(lat, 6) + "|" +  
4 String(lon, 6) + "|" +  
5 String(fixStatus);  
6 radio.transmit(payload); // ส่งผ่าน LoRa
```

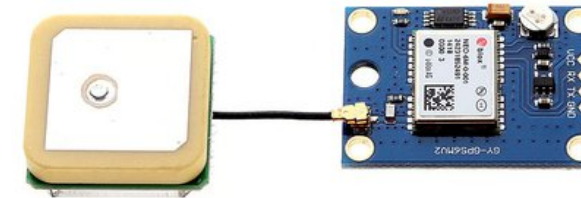
LORA SET BOX



**ESP32 LoRa
Development Board**



LoRa Antenna



**GPS Module
GY-NEO-6M Ublox**



Batteries



Push Botton Switch



**Ways Male to Male
Jumper Wire**



**Ways Male to
Female Jumper Wire**



**Hook and
Loop Strap**



บทบาทหน้าที่ของแต่ละทีม



จำนวนสมาชิก : 5 ท่าน/กลุ่ม



บทบาทในแต่ละทีม

2 roles:

- ทีมภาคสนาม
- ทีม Operation Center

ACTIVITY SUMMARY: REAL-WORLD FIELD MISSION

Real-World Mission: Target Location and Identification



กิจกรรมจำลองภารกิจภาคสนามโดยใช้ LoRa SOS Beacon ร่วมกับหน่วยโดรนสนับสนุน

1



ทีมภาคสนามนำ LoRa SOS Beacon
ที่จัดทำขึ้น ออกปฏิบัติการกิจค้นหา
ตำแหน่งที่ตั้งที่ได้รับมอบหมาย

2



ทีมภาคสนามส่งคำพิกัดกลับ
มายัง Operation Center
ผ่านเครือข่าย LoRa

3



ทีม Operation Center
รับและยืนยันคำพิกัดที่ได้รับ

4



ทีม Operation Center สั่งการ
หน่วยโดรนบินไปยังตำแหน่งที่ได้
รับจากทีมภาคสนาม

